

Evaluación de las Posibilidades de Rehabilitación para la Conservación del Patrimonio Arquitectónico Tradicional

/ MANUEL CANO-GARCÍA (1) / EDUARDO GARZÓN-GARZÓN (1) / PEDRO-JOSÉ SÁNCHEZ-SOTO (2)*

(1) Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano - 04120 - Almería (España).

(2) Instituto de Ciencia de Materiales, Centro Mixto CSIC - US. Avda. Américo Vespucio 49, Isla de la Cartuja - 41092- Sevilla (España).

INTRODUCCIÓN

La actuación de recuperar el patrimonio implica conservar la historia, la cultura y las tradiciones de los que antes nos precedieron. Los edificios rurales tradicionales son un claro exponente de una arquitectura tradicional propia de una zona concreta y son testigos de una forma de vida que fue la de nuestros antepasados (*Walters and Goedseels, 1996*). La conservación de estas estructuras tradicionales en el contexto de revitalización del patrimonio arquitectónico constituye una herramienta primordial para preservar la cultura (*Ipekoglu, 2006*).

Numerosos trabajos de investigación se han enfocado a analizar el detalle de los edificios a reutilizar (*Fuentes y Cañas, 2003; Armesto et al., 2006; Arias et al., 2006; Yilmaz et al., 2007; Pérez-Martín et al., 2011*), donde la documentación gráfica y visual es particularmente importante.

La toma de decisiones en la gestión de la construcción ha sido siempre complicada, sobre todo si hay más de un criterio en cuestión. Los esfuerzos de investigación para desarrollar un método adecuado para evaluar las alternativas de reutilización de edificios rurales han sido notables. Así, autores tales como *Roulet et al. (2002)*, *Ipekoglu (2006)*, *Zavdskas and Antucheviciene (2007)*, *Wang and Zeng. (2010)*, *Pérez-Martín et al. (2011)* han desarrollado metodologías multi-criterio (Multiple criteria decision making, MCDM) para llegar a una solución multi-dimensional.

Existen un gran número de estudios en estas líneas: ORME: una metodología de clasificación multicriterio para edificios (*Roulet et al., 2002*); procedimientos de selección multicriterio de materiales para

las partidas en el proyecto de diseño de un edificio, basado en el método de proceso de jerarquía analítica (*Analytical Hierarchy Process, AHP*) (*Nassar et al., 2003*); estudio de la reutilización adaptativa y sostenibilidad de los edificios comerciales mediante el uso de un cuestionario y entrevistas (*Bullen, 2007*); toma de decisiones relacionadas con la planificación, diseño y construcción de un edificio. En este sentido, *Antucheviciene et al., (2010)* plantean la necesidad de mejorar y complementar la metodología de decisión multicriterio, y proponen completar el método TOPSIS (Technique for the Order Preference by Similarity to Ideal Solution) con la integración de la distancia de Mahalanobis en el algoritmo habitual de TOPSIS. Además *Wang and Zeng (2010)*, han presentado una metodología integral para la selección de edificios históricos para su reutilización; los criterios relevantes para la selección de la reutilización de edificios históricos, se han identificado a través del método FDM (Fuzzy Delphi method), utilizado para construir un modelo ANP (Analytical Network Process). El resultado ha revelado que la metodología propuesta puede capturar eficazmente las interdependencias entre los diversos criterios.

OBJETIVOS

Se hace necesario evaluar el potencial de rehabilitación de cada construcción, basado en un "índice de decisión" correspondiente a cada edificio evaluado.

Uno de los principales objetivos ha sido proponer una solución científica a la identificación, priorización y selección de indicadores donde todos los involucrados de un proyecto sean partícipes del proceso, reduciendo en lo posible la subjetividad y las incertidumbres del proceso. Además, se ha buscado la evaluación tanto de los

indicadores como del modelo más acorde a las necesidades de los proyectos de rehabilitación arquitectónica popular.

Por otra parte, se encuentra el análisis de estos indicadores como atributos pertenecientes a una decisión multicriterio, donde se deben valorar las distintas alternativas de un proyecto. En este caso, se distinguirá entre la distribución de pesos, la normalización de los indicadores y el análisis multicriterio de alternativas en sí mismo.

La estimación de los pesos se ha realizado escalonadamente para cada nivel de jerarquía, de tal manera que ascendiendo en cada uno de ellos, se llega a obtener el valor final de los objetivos a evaluar. Para ello se hace uso de la metodología de decisión A.H.P., ya que según una comparativa realizada por *Alarcón (2005)*, donde estudia los métodos existentes de uso comercial para esta distribución de pesos según los parámetros de complejidad de cálculo, la inversión en tiempo, su fiabilidad y el alcance de estos métodos, el método más fiable aunque complejo y con alta inversión en tiempo resulta ser el método de jerarquías analíticas (AHP).

METODOLOGÍA

La metodología global que se propone llevar a cabo, de modo esquemático, se divide en dos fases:

- Fase I: Identificación de indicadores.
- Fase II: Adaptación de la herramienta informática MIVES, a la toma de decisión en la evaluación del potencial de rehabilitación del patrimonio arquitectónico popular.

De este modo se ha seguido paso a paso la metodología propuesta partiendo de la

palabras clave: Edificios rurales, reutilización, software, Proceso Analítico Jerárquico.

key words: Rural buildings, reuse, software, Analytic Hierarchy Process.

identificación hasta llegar a la selección definitiva de los indicadores y su posterior evaluación aplicando el método de AHP, mediante la adaptación del software MIVES basado en dicho método. Por consiguiente, es necesario aplicar la base metodológica de la herramienta MIVES a las características y aspectos a considerar en la rehabilitación de las construcciones rurales, integrando diversos aspectos multidisciplinarios como son el sostenible, cultural y constructivo, en un plan de acción que va desde la caracterización de la problemática de cada asentamiento a las recomendaciones y medidas de protección a adoptar en cada caso.

RESULTADOS

Se han identificado un total de 5 planos o requerimientos, 13 criterios y 28 indicadores, en una estructura jerárquica para la evaluación del potencial de rehabilitación del patrimonio arquitectónico popular.

	Edificación 1	Edificación 2	Edificación 3	TODOS
Requerimientos				
(R1) AMBIENTAL	(C1R1) Consumo de (C2R1) Utilización de (C3R1) Gestión de (C4R1) Integración en el	(I1C1R1) Energía consumida por los materiales de (I2C1R1) Uso de materiales reciclados - (%) (I3C1R1) Reciclado de los residuos de construcción (I4C1R1) Integración paisajística - (Puntuación)	(I1C1R2) Energía consumida por los materiales de (I2C1R2) Uso de materiales reciclados - (%) (I3C1R2) Reciclado de los residuos de construcción (I4C1R2) Integración paisajística - (Puntuación)	409,78
(R2) ECONÓMICO	(C1R2) Costes	(I1C1R2) Costes de ejecución - (€/m ²)	(I2C1R2) Costes anual de operación mantenimiento -	34
(R3) VALOR ARQUITECTÓNICO	(C1R3) Calidad de la edificación	(I1C1R3) Calidad de los materiales usados en (I2C1R3) Elementos constructivos de interés - (I3C1R3) Nivel de adaptación social del proyecto (I4C1R3) Nivel de adecuación de las	(I1C1R4) Grado de simplicidad del proceso (I2C1R4) Grado de sencillez de los elementos	34
(R4) SOCIAL	(C1R4) Integración en el entorno social	(I1C1R4) Nivel de atractivo turístico - (Puntuación) (I2C1R4) Servicios disponibles - (Puntuación) (I3C1R4) Nivel socio-económico en la zona - (I4C1R4) Censo de viviendas habitadas -	(I1C1R4) Nivel de atractivo turístico - (Puntuación) (I2C1R4) Servicios disponibles - (Puntuación) (I3C1R4) Nivel socio-económico en la zona - (I4C1R4) Censo de viviendas habitadas -	
(R5) FUNCIONAL	(C2R4) Contexto inmediato	(I2C2R4) Espagría de la parcela - (Puntuación) (I3C2R4) Calidad del paisaje - (Puntuación)	(I2C2R4) Espagría de la parcela - (Puntuación) (I3C2R4) Calidad del paisaje - (Puntuación)	
	(C3R5) Constructibilidad (C2R5) Movilidad (C3R5) Modificabilidad y	(I1C3R5) Grado de simplicidad del proceso (I2C3R5) Facilidad de enlace con el exterior (I3C3R5) Facilidad de desmonte de los elementos	(I1C3R5) Grado de simplicidad del proceso (I2C3R5) Facilidad de enlace con el exterior (I3C3R5) Facilidad de desmonte de los elementos	

Fig. 2. Cuadro de diálogo del módulo reporte, donde se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de tres edificios populares.

SUMARIO

Se ha caracterizado e identificado las variables que influyen en la toma de decisión en el proyecto de rehabilitación y/o reutilización para la puesta en valor del edificio popular.

	Edificación 1	Edificación 2	Edificación 3	TODOS
Requerimientos				
(R1) AMBIENTAL	(C1R1) Consumo de (C2R1) Utilización de (C3R1) Gestión de (C4R1) Integración en el	(I1C1R1) Energía consumida por los materiales de (I2C1R1) Uso de materiales reciclados - (%) (I3C1R1) Reciclado de los residuos de construcción (I4C1R1) Integración paisajística - (Puntuación)	(I1C1R2) Energía consumida por los materiales de (I2C1R2) Uso de materiales reciclados - (%) (I3C1R2) Reciclado de los residuos de construcción (I4C1R2) Integración paisajística - (Puntuación)	
(R2) ECONÓMICO	(C1R2) Costes	(I1C1R2) Costes de ejecución - (€/m ²)	(I2C1R2) Costes anual de operación mantenimiento -	
(R3) VALOR ARQUITECTÓNICO	(C1R3) Calidad de la edificación	(I1C1R3) Calidad de los materiales usados en (I2C1R3) Elementos constructivos de interés - (I3C1R3) Nivel de adaptación social del proyecto (I4C1R3) Nivel de adecuación de las	(I1C1R4) Grado de simplicidad del proceso (I2C1R4) Grado de sencillez de los elementos	
(R4) SOCIAL	(C1R4) Integración en el entorno social	(I1C1R4) Nivel de atractivo turístico - (Puntuación) (I2C1R4) Servicios disponibles - (Puntuación) (I3C1R4) Nivel socio-económico en la zona - (I4C1R4) Censo de viviendas habitadas -	(I1C1R4) Nivel de atractivo turístico - (Puntuación) (I2C1R4) Servicios disponibles - (Puntuación) (I3C1R4) Nivel socio-económico en la zona - (I4C1R4) Censo de viviendas habitadas -	
(R5) FUNCIONAL	(C2R4) Contexto inmediato	(I2C2R4) Espagría de la parcela - (Puntuación) (I3C2R4) Calidad del paisaje - (Puntuación)	(I2C2R4) Espagría de la parcela - (Puntuación) (I3C2R4) Calidad del paisaje - (Puntuación)	
	(C3R5) Constructibilidad (C2R5) Movilidad (C3R5) Modificabilidad y	(I1C3R5) Grado de simplicidad del proceso (I2C3R5) Facilidad de enlace con el exterior (I3C3R5) Facilidad de desmonte de los elementos	(I1C3R5) Grado de simplicidad del proceso (I2C3R5) Facilidad de enlace con el exterior (I3C3R5) Facilidad de desmonte de los elementos	

Fig. 1. Introducción de las cuantificaciones de los indicadores para la evaluación del potencial de rehabilitación de tres edificios populares en el módulo usuario.

La herramienta MIVES implementada con este árbol de decisión, consta de 3 módulos y de un entorno web. Los 3 módulos son: módulo programador, módulo usuario y módulo reporte. En el módulo programador se trabaja con archivos con extensión "mpt". Una vez compilado este archivo en el módulo programador, se obtiene un archivo con extensión "mip". Para utilizar el módulo usuario con el modelo anteriormente creado, se debe abrir desde este módulo el archivo "mip" y, directamente el módulo usuario crea un archivo "mut".

En el módulo usuario (Fig. 1), se introducen todas las cuantificaciones de los indicadores para cada una de las alternativas. Una vez introducidos todos los datos, se procede a la compilación. Si se han introducido todos los datos correctamente sin dejarse ninguno, el programa crea un fichero de resultados de extensión "miu" que será utilizado en el módulo reporte (Fig. 2), donde se obtienen los valores de los índices de decisión y planos, correspondientes a la construcción analizada.

La herramienta informática MIVES, al ser una herramienta de fácil uso, el usuario no requiere de conocimientos específicos acerca de análisis multicriterio, o del proceso analítico de jerarquías, solo necesita tener una concepción lo más clara posible del proyecto para posteriormente valorar cada uno de los parámetros asignados a la rehabilitación del edificio popular, como es resistencia de materiales, cálculo estructural, características de los materiales originales y su cohesión con nuevos materiales, localización del edificio, servicios disponibles, etc.

REFERENCIAS

Alarcón, D. B. (2005): *Modelo integrado de valor para estructuras sostenibles*. Tesis Doctoral, Universitat Politècnica De Catalunya, Escola Tècnica Superior D'Enginyers De Camins, Canals i Ports.

Antucheviciene, J., Zavadskas, E. K., Zakarevius, A. (2010): *Multiple criteria construction management decisions considering relations between criteria*. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 109-125.

Arias, P., Ordóñez, C., Lorenzo, H., Herraez, J. (2006): *Methods for documenting historical agro-industrial buildings: A comparative study and a simple photogrammetric method*. *Journal of Cultural Heritage*, 7(4), 350-354.

Armesto, J., Gil, M. L., Cañas, I. (2006): *The application of new technologies in construction: Inventory and characterization of rural constructions using the Ikonos satellite image*. *Building and Environment*, 41(2), 174-183.

Bullen, P. A. (2007): *Adaptive reuse and sustainability of commercial buildings*. *Facilities*, 25(1-2), 20-31.

Fuentes, J. M., y Cañas, I. (2003): *Estudio y caracterización de la arquitectura rural. Obtención, tratamiento y manejo de la información sobre las construcciones*. *Informes de la Construcción*, 55(487), 13-21.

Ipekoglu, B. (2006): *An architectural evaluation method for conservation of traditional dwellings*. *Building and Environment*, 41(3), 386-394.

Nassar, K., Thabet, W., Beliveau, Y. (2003): *A procedure for multi-criteria selection of building assemblies*. *Automation in Construction*, 12(5), 543-560.

Pérez-Martín, E., Herrero-Tejedor, T. R., Gómez-Elvira, M. Á., Rojas-Sola, J. I., Conejo-Martín, M. Á. (2011): *Graphic study and geovisualization of the old windmills of La Mancha (Spain)*. *Applied Geography*, 31(3), 941-949.

Roulet, C. A., Flourentzou, F., Labben, H. H., Santamouris, M., Koronaki, I., Dascalaki, E., Richalet, V. (2002): *ORME: A multicriteria rating methodology for buildings*. *Building and Environment*, 37(6), 579-586.

Wang, H. J., and Zeng, Z. T. (2010): *A multi-objective decision-making process for reuse selection of historic buildings*. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1241-1249.

Walters, E., and Goedseels, V. (1996): *Conservation of historical farm buildings in a densely populated area: Flanders (Belgium)*. In: *Proceedings of the annual conference: "New uses for old rural buildings in the context of landscape planning"*. Piacenza, Italy, 20-21 June 1996.

Yilmaz, H. M., Yakar, M., Gulec, S. A., Dulgerler, O. N. (2007): *Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage*. *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), 428-433.

Zavadskas, E. K., and Antucheviciene, J. (2007): *Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives*. *Building and Environment*, 42(1), 436-451.